



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΙΙΙ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ Ι: ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

1

ΕΜΒΑΘΥΝΣΗ

«Λειτουργικά και Πολλαπλής Κλίμακας Υλικά»

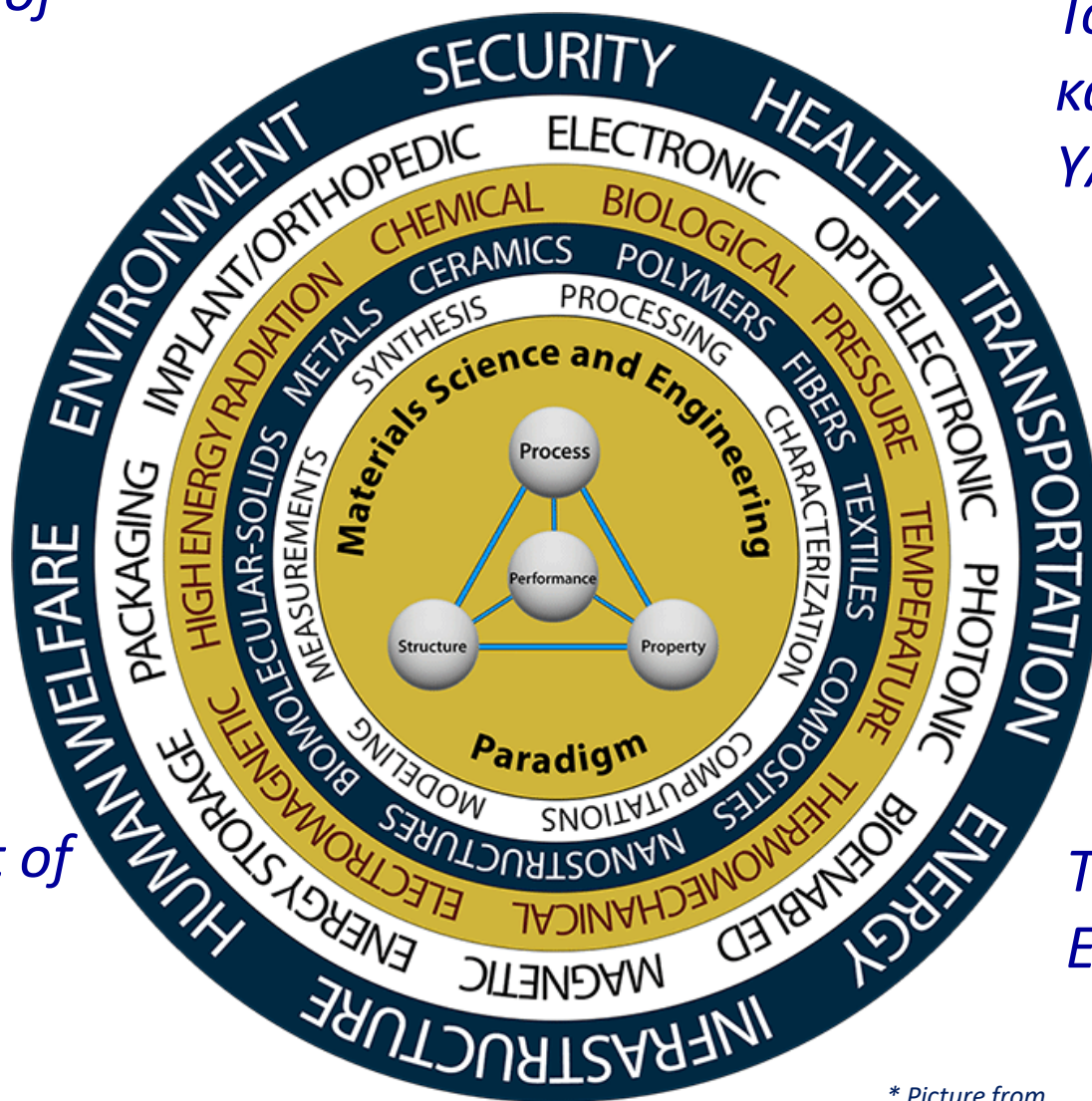
Θ. Θεοδώρου, Α. Καραντώνης, Κ. Κόλλια, Κ. Κορδάτος,
Α. Μπακόλας, Ι. Μπουρμπάκης, Ε. Παυλάτου, Κ. Χαριτίδης

11 Δεκεμβρίου 2024

Ακαδ. Έτος: 2024-25

*Department of
Materials
Science and
Engineering*

Τομέας Επιστήμης
και Τεχνικής των
Υλικών

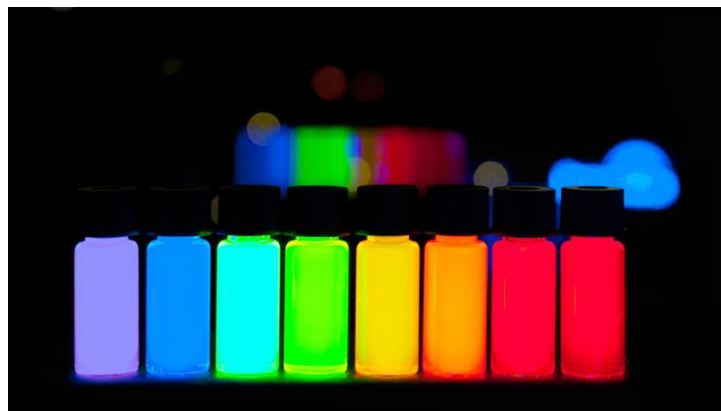
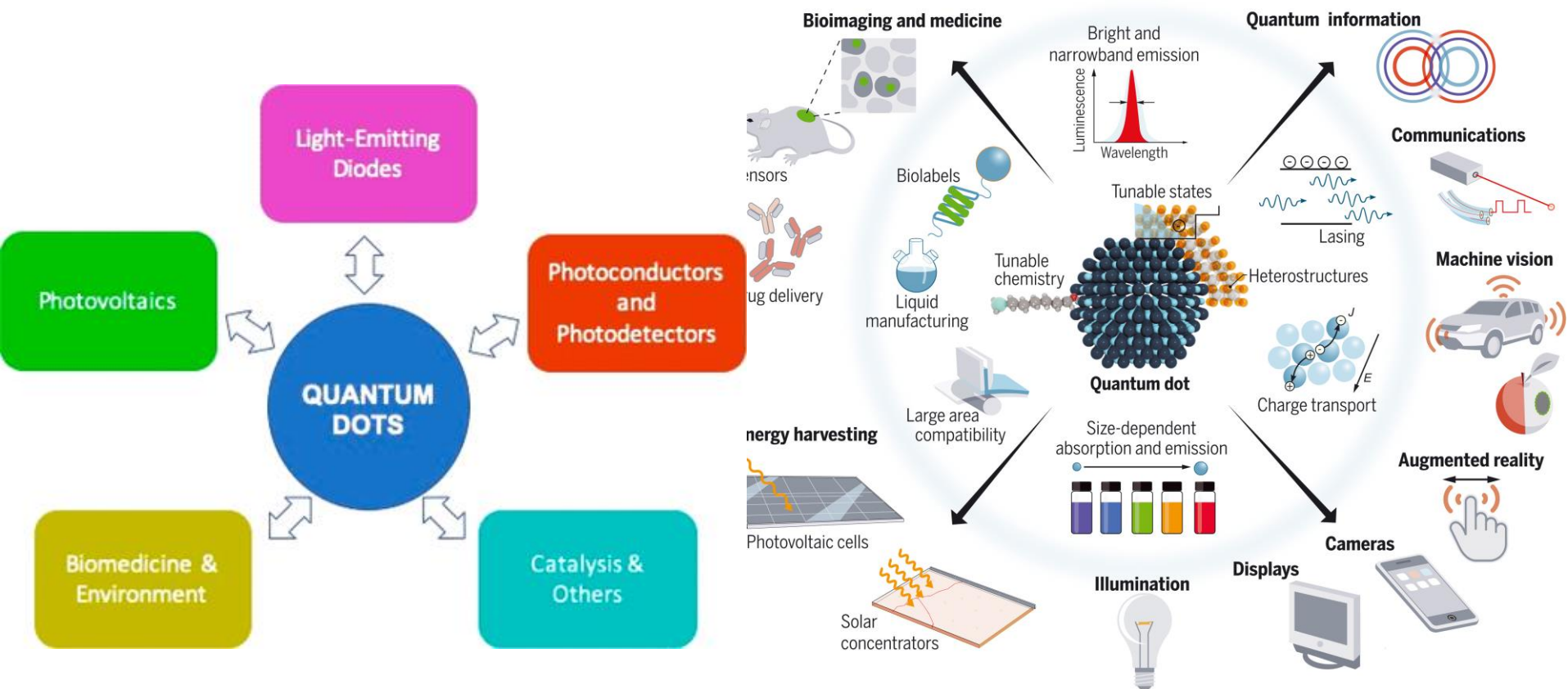


*Department of
Chemical
Sciences*

Τομέας Χημικών
Επιστημών

Πρόσφατα βραβεία Nobel στην περιοχή των Υλικών

- 1986: **Binnig-Rohrer**, Μικροσκόπιο σάρωσης φαινομένου σήραγγος (STM)
- 1987: **Bednorz-Müller**, Υπεραγωγοί υψηλής θερμοκρασίας
- 1991: **de Gennes**, Θεωρία “soft matter” (πολυμερών, υγρών κρυστάλλων)
- 1994: **Brockhouse-Shull**, Τεχνικές σκέδασης νετρονίων για τη μελέτη συμπυκνωμένης ύλης
- 1996: **Curl-Croto-Smalley**, Φουλλερένια (C_{60})
- 1998: **Kohn-Pople**, Υπολογιστική κβαντική χημεία
- 2000: **Heeger-McDiarmid-Shirakawa**, Αγωγή πολυμερή
- 2000: **Alferov-Kroemer-Kilby**, Ημιαγωγικές ετεροδομές, ολοκληρωμένα κυκλώματα
- 2007: **Fert-Grünberg**, Γιγαντιαία μαγνητοαντίσταση
- 2007: **Ertl**, Χημικές διεργασίες σε στερεές επιφάνειες
- 2010: **Geim-Novoselov**, Γραφένιο
- 2013: **M. Karplus, M. Levitt, A. Warshel**, Multiscale models of complex chemical systems
- 2014: **Akasaki – Amano – Nakamura**, Blue light-emitting diodes
- 2016: **Sauvage – Stoddard-Feringa**, Μοριακές μηχανές
- 2019: **Goodenough, Whittingham, Yoshino**, Μπαταρίες ιόντων λιθίου
- 2023: **Moungi G. Bawendi, Louis E. Brus, Aleksey Yekimov**, Κβαντικές τελείες



ΕΜΒΑΘΥΝΣΗ

«Λειτουργικά και Πολλαπλής Κλίμακας Υλικά»

Σύνδεση της δομής, των ιδιοτήτων με τις τεχνικές κατεργασίες των υλικών. Αναπτύσσονται μεθοδολογίες και μέθοδοι σχεδιασμού υλικών με προκαθορισμένες φυσικοχημικές και τεχνολογικές ιδιότητες καθώς και εφαρμογές που αφορούν στην ανάπτυξη νέων ή τη βελτίωση υπαρχόντων υλικών. Περιλαμβάνει τα μαθήματα:

5291 Σχέσεις Δομής και Ιδιοτήτων Υλικών (Εξ. 8)

Θ. ΘΕΟΔΩΡΟΥ, Ι. ΜΠΟΥΡΜΠΑΚΗΣ, Α. ΚΑΡΑΝΤΩΝΗΣ

5174 Επιστήμη και Τεχνική των Μεταλλικών Υλικών (Εξ. 9)

Κ. ΧΑΡΙΤΙΔΗΣ, Κ. ΚΟΛΛΙΑ, Ε. ΠΑΥΛΑΤΟΥ

5295 Δομικά και Κεραμικά Υλικά (Εξ. 9)

Α. ΜΠΑΚΟΛΑΣ

5302 Νανοϋλικά και Νανοτεχνολογία (Εξ. 10)

Κ. ΧΑΡΙΤΙΔΗΣ, Κ. ΚΟΡΔΑΤΟΣ, Ε. ΠΑΥΛΑΤΟΥ

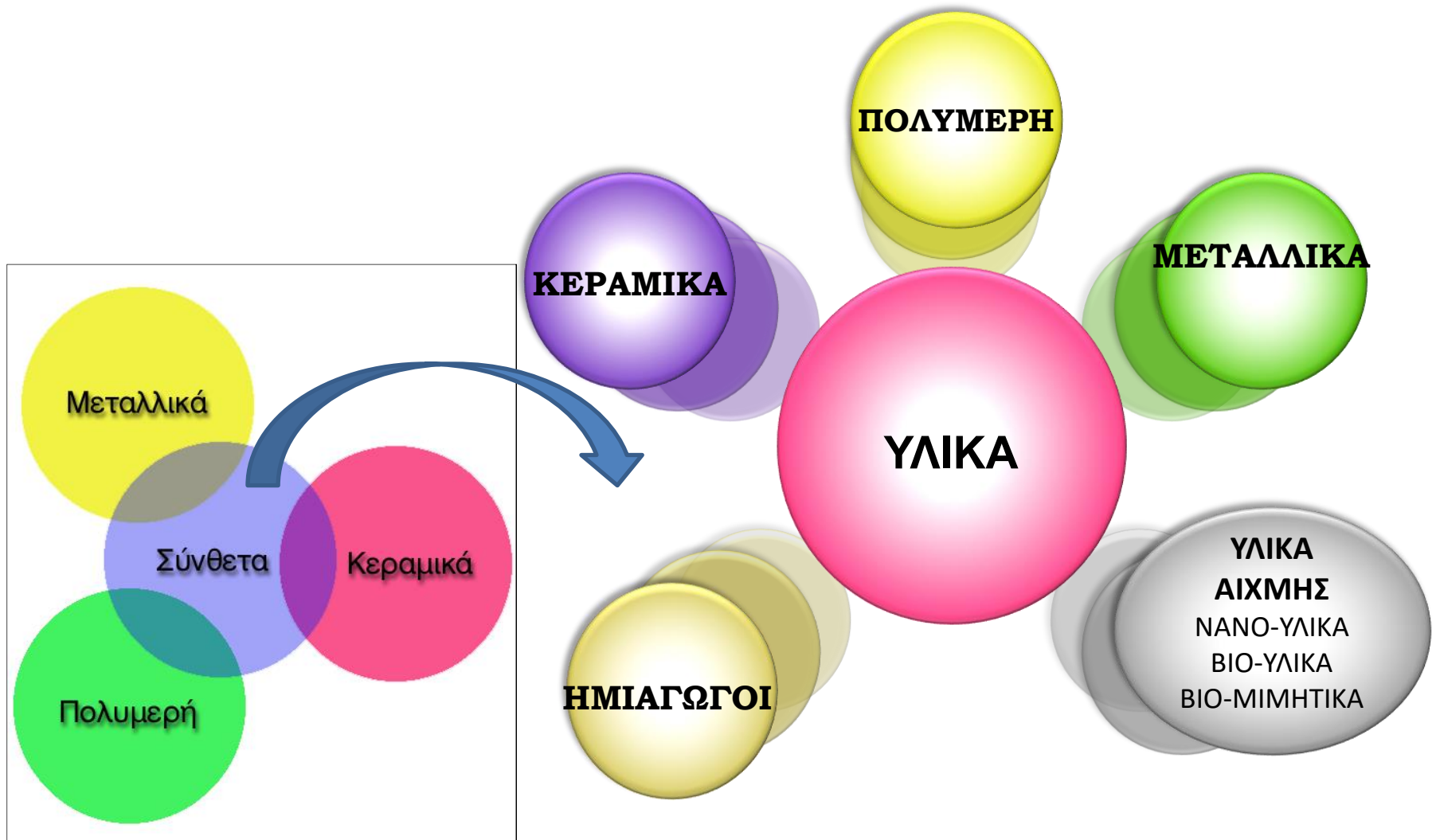
Επιστημονικός Προσανατολισμός Εμβάθυνσης

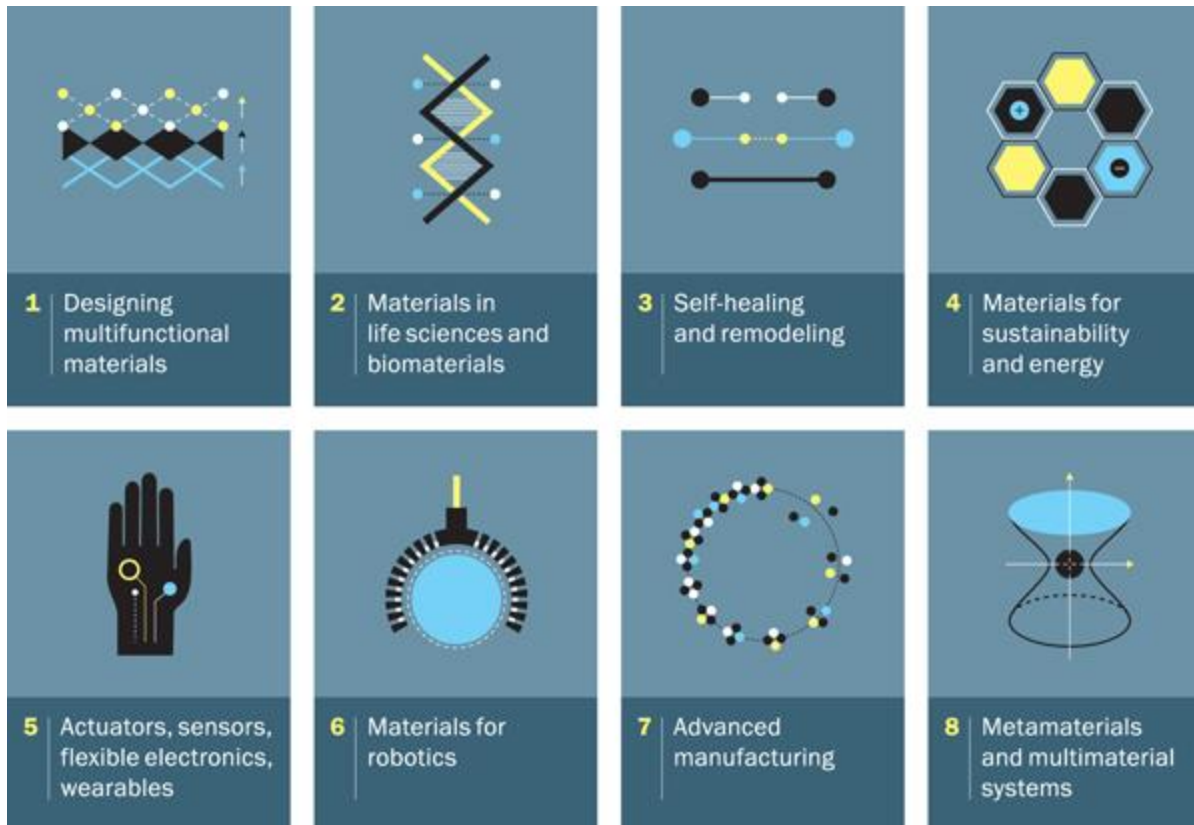
- ✓ **Ιδιότητες της ύλης** – κατανόηση και υπολογιστική πρόβλεψη σχέσεων δομής - ιδιοτήτων
- ✓ Βασικές **διεργασίες** κατεργασίας ή επεξεργασίας της ύλης – σχεδιασμός και αποτίμηση ιδιοτήτων
- ✓ **Μέθοδοι παραγωγής ή επεξεργασίας** – σχεδιασμός, ιδιότητες και εφαρμογές προϊόντων
- ✓ Αξιολόγηση – **ποιοτικός έλεγχος**
- ✓ Μέγιστη **εξοικονόμηση** πόρων ενέργειας / ύλης
- ✓ **Προστασία περιβάλλοντος** και βιομηχανική ασφάλεια & υγιεινή

Επιστημονικός Προσανατολισμός Εμβάθυνσης

- ✓ Η **ΕΜΒΑΘΥΝΣΗ «Λειτουργικά και Πολλαπλής Κλίμακας Υλικά»** καλύπτει εκπαιδευτικά και ερευνητικά τα πεδία:
- της μηχανικής προηγμένων υλικών,
 - της υπολογιστικής μελέτης των υλικών και τη **μοντελοποίηση** της σχέσης δομής και ιδιοτήτων τους,
 - της ανάπτυξης και εφαρμογής μη καταστροφικών μεθόδων για την εκτίμηση των ιδιοτήτων των υλικών,
 - της ανάπτυξης και μελέτης σύνθετων υλικών για εφαρμογές σε δομικές κατασκευές,
 - της **νανοτεχνολογίας**, ανάπτυξης και μελέτης των ιδιοτήτων νανοϋλικών,
 - της **σύνθεσης** και μελέτης των κεραμικών, σύνθετων υλικών, βιοϋλικών και νανο-υλικών
 - της επιστήμης και τεχνολογίας της **διάβρωσης και προστασίας** υλικών,
 - της **πειραματικής και θεωρητικής** μελέτης ηλεκτροχημικών αντιδράσεων και διεπιφανειακών φαινομένων.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΥΛΙΚΩΝ





Πολυλειτουργικά Υλικά – Θεματικές περιοχές

(Πολύ)-Λειτουργικά υλικά

I. Πολύ-λειτουργικά - Ευφυή Υλικά που ανταποκρίνονται σε εξωτερικά ερεθίσματα με κυριότερες εφαρμογές

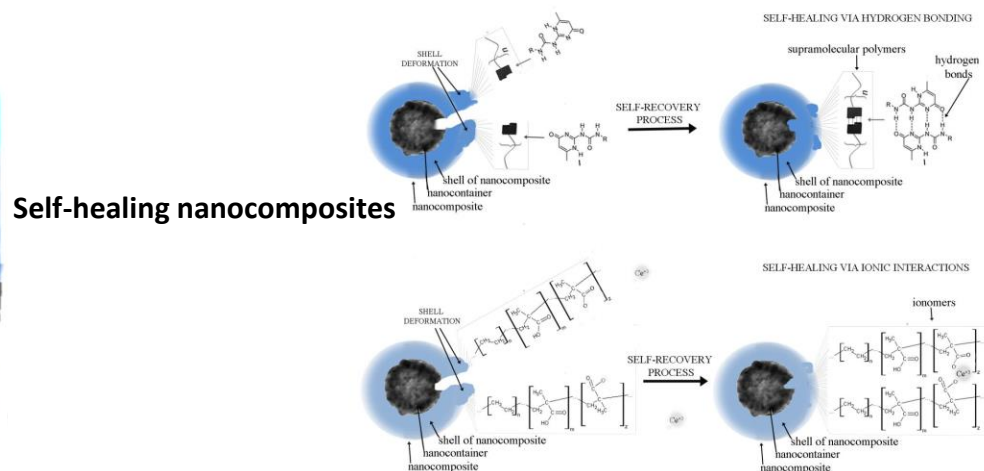
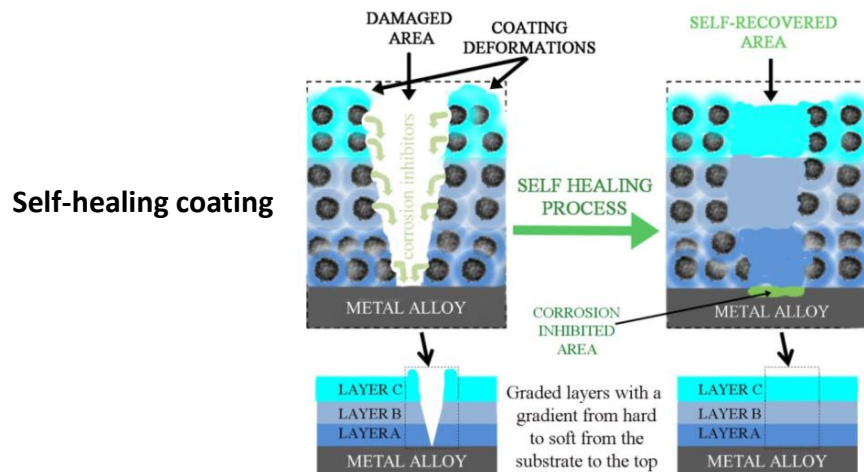
Υλικά Μνήμης Σχήματος, Πιεζοηλεκτρικά υλικά, Μαγνητο- και Ηλεκτρο-ρεοστατικά υλικά, Συστήματα Αυτοϊασης

II. Πολύ-λειτουργικά Υλικά για Ενεργειακές Εφαρμογές (Μετατροπή, Αποθήκευση και Εξοικονόμηση Ενέργειας)

Ανάπτυξη μαγνητικών υλικών, Θερμοηλεκτρικά Υλικά, Ευφυή συστήματα μετατροπής ενέργειας, Χρωμογενή (θερμοχρωμικά, ηλεκτροχρωμικά, φωτοχρωμικά), Νανοπορώδη Υλικά για αποθήκευση/διαχωρισμό αερίων ενεργειακού ενδιαφέροντος

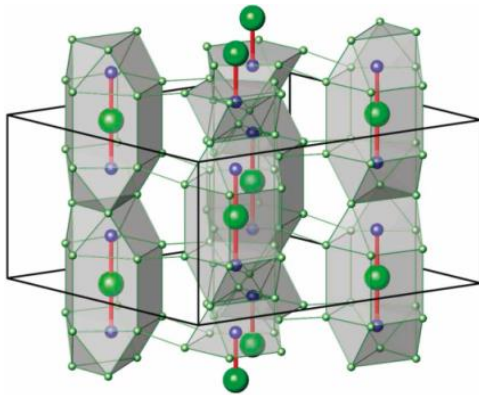
III. Πολύ-λειτουργικά Συστήματα Υλικών για την προστασία Κατασκευών, Μνημείων και λοιπών δομικών εφαρμογών, φιλικά προς το περιβάλλον

Τροποποιημένα νανοσύνθετα υλικά, Υλικά στερέωσης, ενίσχυσης και πλήρωσης, Ανάπτυξη νανοσύνθετων υπερυδρόφοβων υμενίων



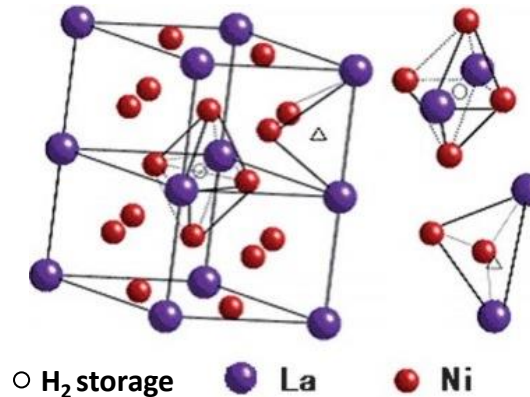
(Πολύ)-Λειτουργικά υλικά

$m\text{-Al}_{13}\text{Fe}_4$ in catalysis



Armbrüster et al., *Nat Mater* (2012)

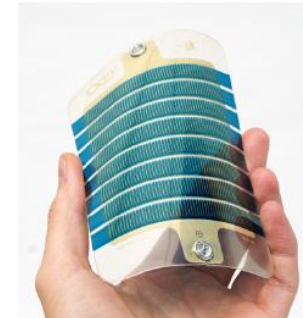
LaNi_5 for H_2 storage



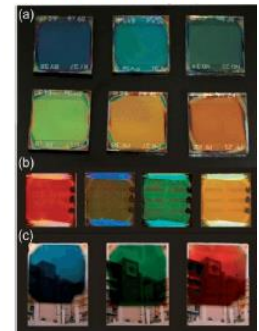
Liu et al., *J Mater Chem* (2011)

3rd generation solar cells and opto-electronics

Organic PV



Perovskites



TiAl alloys in aircrafts engines



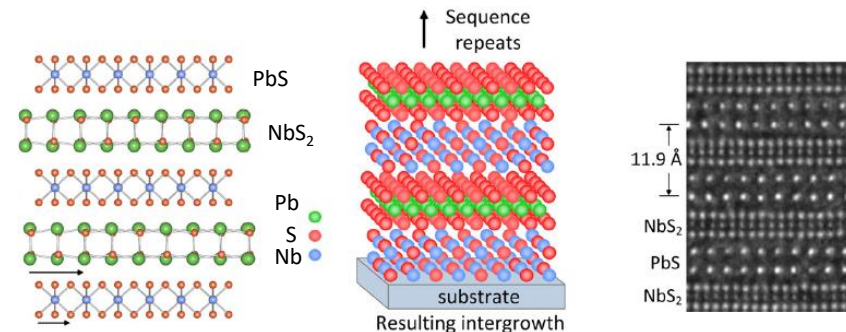
Bewlay et al., *Mater High Temp* (2016)

Hexagonal structure coated with Al_2O_3 (ALD) for multiscale materials towards lightweight applications



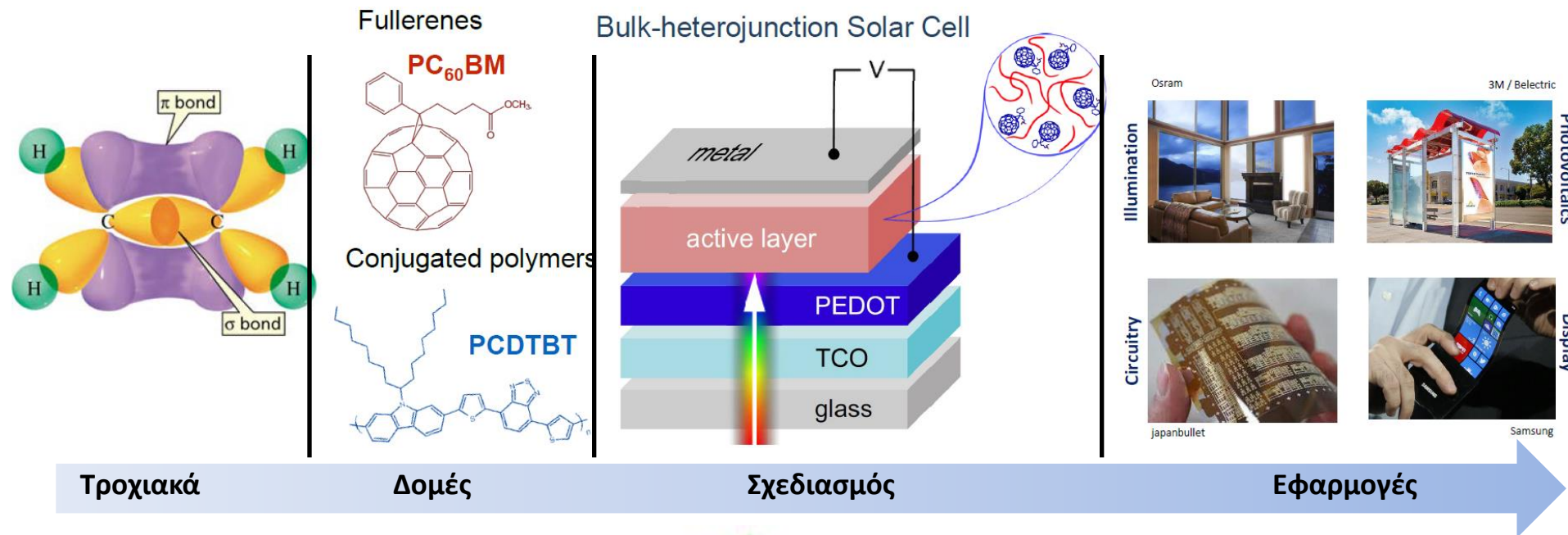
Bauer et al., *PNAS* (2014)

Ferrecrystals for ultra-low thermal conductivity

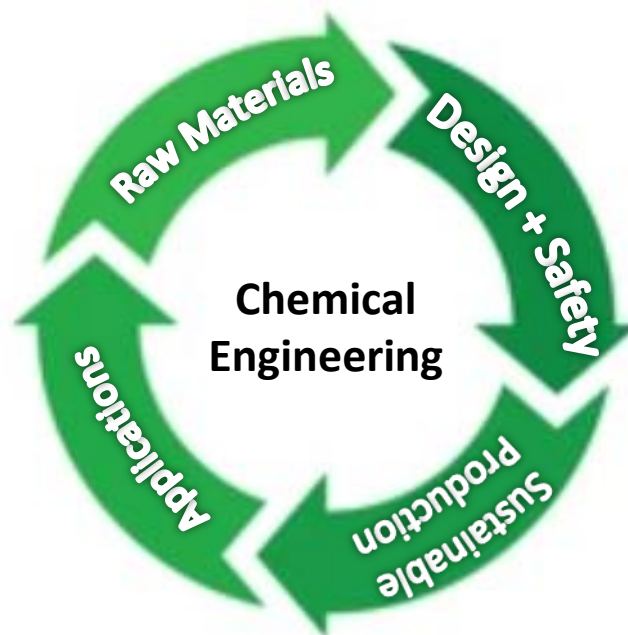


Beekman et al., *Semicond. Sci. Technol.* (2014)

(Πολύ)-Λειτουργικά υλικά



Από τη Χημεία
(Κλίμακα Ατόμου)...



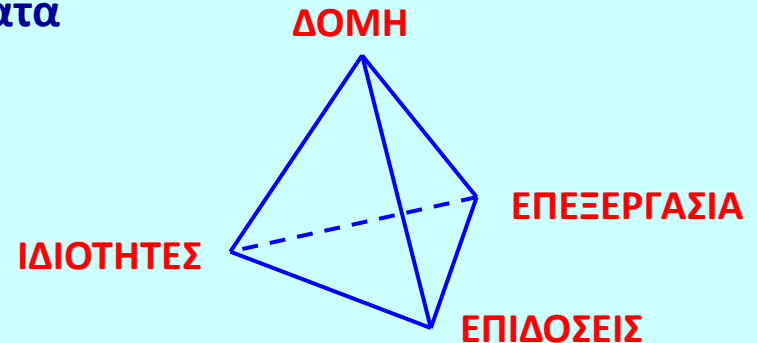
...στην Εφαρμογή
(Κλίμακα Παραγωγής)

ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Σχέσεις Δομής - Ιδιοτήτων Υλικών (8^ο εξ.)

Καθ. Δ. Θεοδώρου, Καθ. Ι. Μπουρμπάκης

Εξέταση και ποσοτική κατανόηση των μακροσκοπικών **ιδιοτήτων** της **στερεάς φάσης** (κρυσταλλικά, άμορφα στερεά) με αναφορά στη μικρο- και νανοσκοπική **δομή** τους.

- **κρυσταλλικά πλέγματα και κρυσταλλικά συστήματα**
- **συνεκτική ενέργεια κρυστάλλων**
- **διάχυση στη στερεά κατάσταση**
- **θερμικές ιδιότητες**
- **ηλεκτρικές ιδιότητες**
- **μηχανικές ιδιότητες**

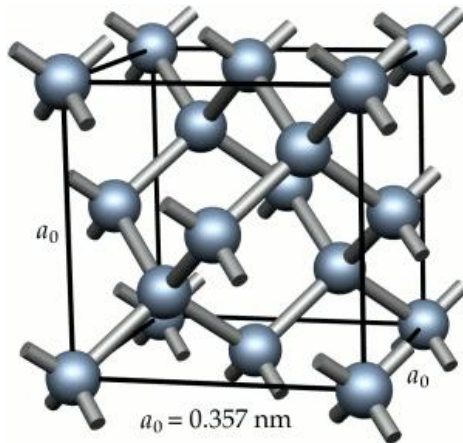


Εργαστήρια (40%) Καθ. Θ. Θεοδώρου, Καθ.Ι. Μπουρμπάκης, Καθ. Α. Καραντώνης

1. Ανάλυση κρυσταλλικών δομών με περίθλαση ακτίνων Χ.
2. Υπολογισμός διπολικής ροπής από μετρήσεις ηλεκτρικής διαπερατότητας και δείκτη διάθλασης.
3. Προσδιορισμός της κινητικότητας των ηλεκτρονίων με εφαρμογή του φαινομένου Hall
4. Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.
5. Αυτο-συναρμολογούμενα πολυστρωματικά νανοϋλικά: ηλεκτροχημική σύνθεση πολυστρωματικού Cu/Cu₂O με ταλαντώσεις του δυναμικού υπό γαλβανοστατικές συνθήκες.
6. Σύνθεση, δομή και ιδιότητες νανοσωλήνων άνθρακα και γραφενίου μέσω της τεχνικής θερμικής εναπόθεσης ατμών.

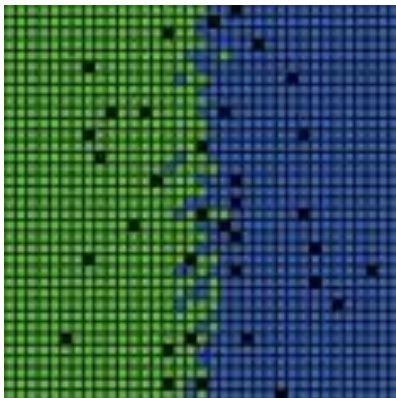
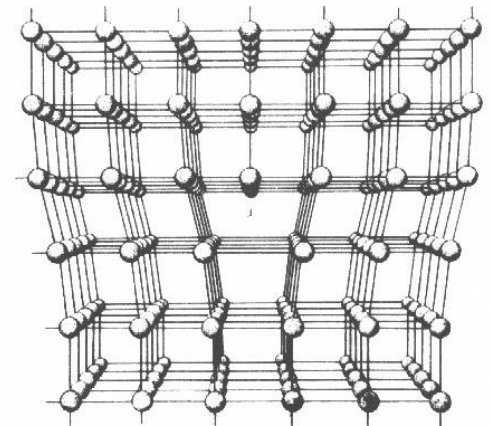
<https://helios.ntua.gr/enrol/index.php?id=1321>

ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Σχέσεις Δομής - Ιδιοτήτων Υλικών (8^ο εξ.)



1. Κρυσταλλικά συστήματα και κρυσταλλικά πλέγματα. Δείκτες Miller. Απλοί υπολογισμοί πυκνότητας

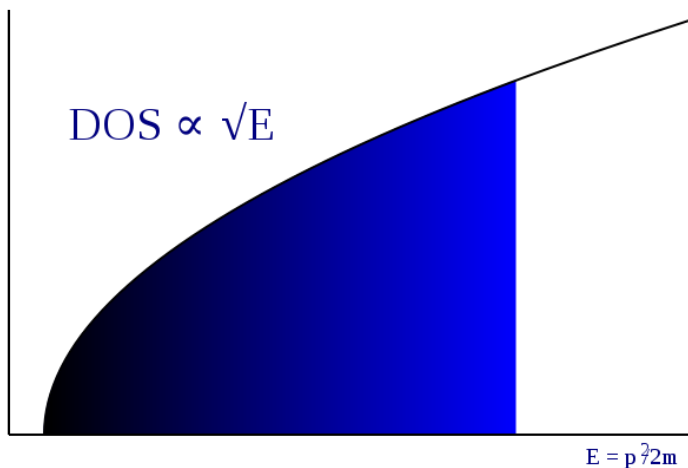
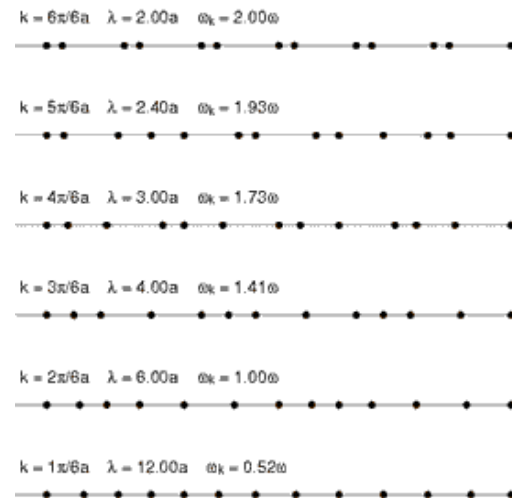
2. Τύποι δεσμών και αλληλεπιδράσεις σε κρυστάλλοι. Ενέργεια πλέγματος. Σταθερά Madelung. Ατέλειες (σημειακές, γραμμικές, επιφάνειας, όγκου).



3. Διάχυση στη στερεά κατάσταση. Μηχανισμοί διάχυσης. Ενέργεια ενεργοποίησης και εκτίμησή της από θεωρία μεταβατικών καταστάσεων. Στοιχεία θεωρίας τυχαίου περιπάτου. Επίλυση εξίσωσης διάχυσης για χαρακτηριστικές γεωμετρίες.

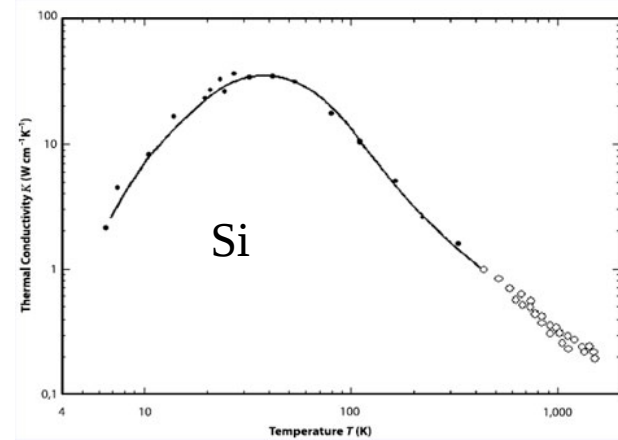
ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Σχέσεις Δομής - Ιδιοτήτων Υλικών (8^ο εξ.)

4. Τρόποι δόνησης σε κρυσταλλικά στερεά. Κατανομή δονητικών συχνοτήτων. Θεωρίες της ειδικής θερμότητας: Einstein, Debye. Θερμική διαστολή στερεών.



5. Τα ηλεκτρόνια σε ένα μέταλλο ως «ιδανικό αέριο Fermi». Συνάρτηση κατανομής ενέργειας ηλεκτρονίων. Ηλεκτρονική συνεισφορά στη θερμοχωρητικότητα των μετάλλων.

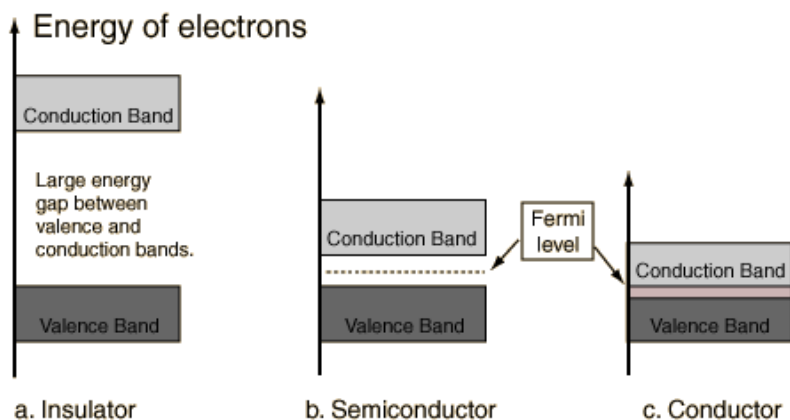
6. Θερμική αγωγιμότητα μη μεταλλικών και μεταλλικών στερεών.



ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Σχέσεις Δομής - Ιδιοτήτων Υλικών (8^ο εξ.)

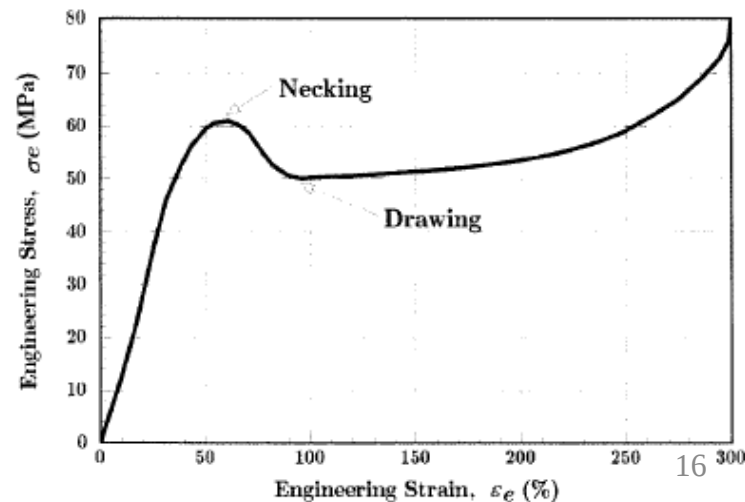
7. Αγωγή ηλεκτρικού ρεύματος σε μέταλλα.
Σχέση θερμικής και ηλεκτρικής
αγωγιμότητας μετάλλων.

$$\frac{\kappa}{\sigma T} = 24.5 \times 10^{-9} \frac{W \times ohm}{K^2}$$

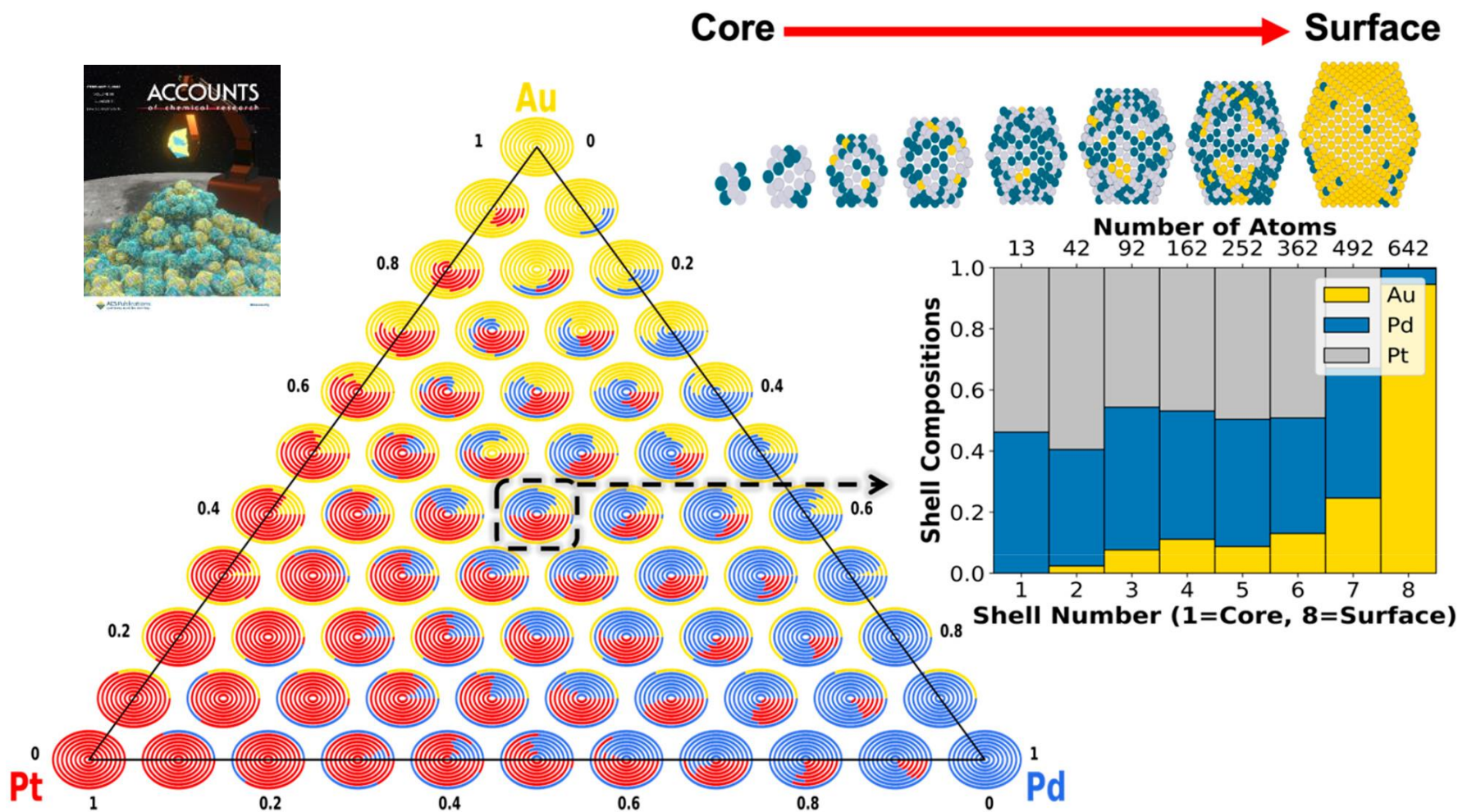


8. Θεωρία ηλεκτρονικών ζωνών. Αγωγοί, μονωτές, ημιαγωγοί (ενδογενείς, εξωγενείς). Εξάρτηση της αγωγιμότητας από τη θερμοκρασία. Φαινόμενο Hall.

9. Μηχανικές ιδιότητες στερεών. Καμπύλη τάσης – παραμόρφωσης και χαρακτηριστικά της. Εισαγωγή στη μηχανική συμπεριφορά νανοϋλικών.



- Προσομοιώσεις σύστασης-σταθερότητας πολυμεταλλικών νανოსωματιδίων με μοντέλα Φυσικής και Μηχανική Μάθηση

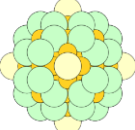
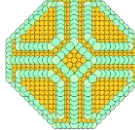
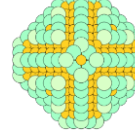
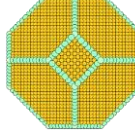
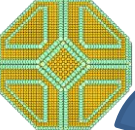
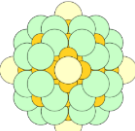
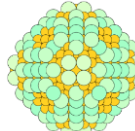
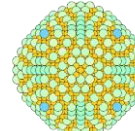
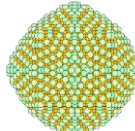
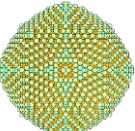
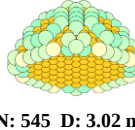
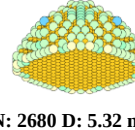
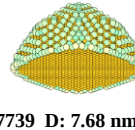
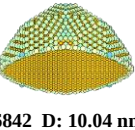


Loevlie D., Ferreira B., Mpourmpakis, G., *Accounts of Chemical Research*, 56, 3, 248-257 (2023)

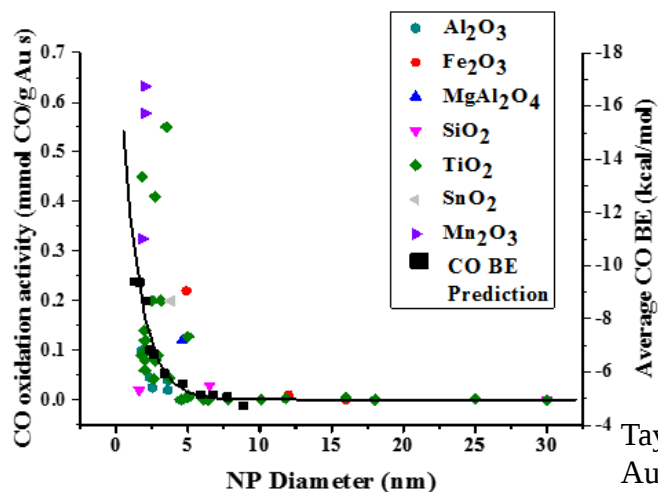
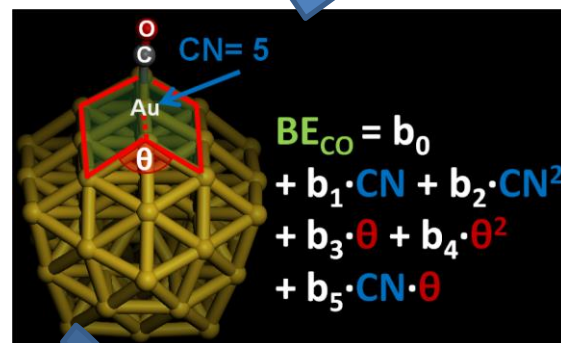
Yan Z., Taylor M., Mascareno A., Mpourmpakis G., *Nano Letters* 18, 2696-2704 (2018)

• Συσχέτιση μορφολογίας νανοσωματιδίων Au με κατάλυση

✓ Πρόβλεψη μορφολογίας νανοσωματιδίων σε περιβάλλον CO

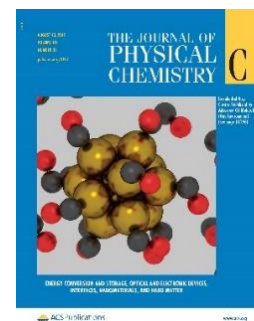
Bare Surface NP					
	N: 141 D: 1.46 nm	N: 941 D: 2.95 nm	N: 4951 D: 5.24 nm	N: 15045 D: 7.67 nm	N: 32347 D: 9.94 nm
50% CO coverage NP					
	N: 141 D: 1.46 nm	N: 989 D: 3.02 nm	N: 5055 D: 5.32 nm	N: 14849 D: 7.68 nm	N: 32631 D: 10.04 nm
50% CO coverage Supported NP					
	N: 83 D: 1.46 nm	N: 545 D: 3.02 nm	N: 2680 D: 5.32 nm	N: 7739 D: 7.68 nm	N: 16842 D: 10.04 nm

✓ Υπολογισμός ενέργειας δέσμευσης CO



✓ Συσχέτιση μεγέθους νανοσωματιδίου με οξειδωτική συμπεριφορά CO

Taylor M.G., Austin N., Gounaris C., Mpourmpakis G. *ACS Catal.* 5, 6296 (2015)
 Austin N., Johnson J.K., Mpourmpakis G. *J. Phys. Chem. C* 119, 18196 (2015)

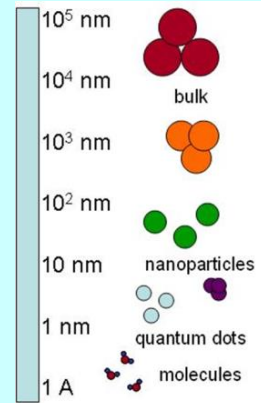


ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Νανοϋλικά και Νανοτεχνολογία (10^ο εξ.)

Καθ. Κ. Χαριτίδης, Καθ. Κ. Κορδάτος

Εισαγωγή στις **βασικές έννοιες** και **φαινόμενα** που διέπουν τη **νανοκλίμακα**. Έμφαση δίνεται στο σχήμα **σύνθεση – χαρακτηρισμός – ιδιότητες νανοϋλικών**.

1. **Φαινόμενα νανοκλίμακας**
2. **Κατηγορίες νανοϋλικών**
3. **Διεργασίες-τεχνικές σύνθεσης νανοϋλικών**
4. **Μέθοδοι χαρακτηρισμού νανοϋλικών**
5. **Ιδιότητες νανοϋλικών**
6. **MEMS/NEMS (μικρο και νανο ηλεκτρο-μηχανικές διατάξεις) και εφαρμογές**
7. **Κοινωνικές και ηθικές προεκτάσεις νανοτεχνολογίας**



Εργαστήρια Καθ. Κ. Χαριτίδης, Καθ. Κ. Κορδάτος, Καθ. Ε. Παυλάτου

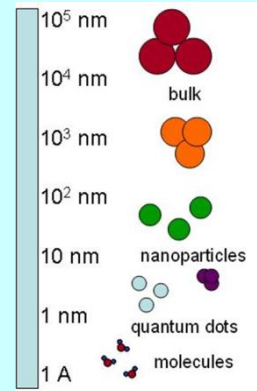
1. Ανάπτυξη νανοσωλήνων άνθρακα μέσω χημικής εναπόθεσης ατμών & σύνθεση γραφενίου μέσω υγρών χημικών τεχνικών
2. Σύνθεση χημικά τροποποιημένων νανοσωματιδίων TiO_2 με την τεχνική λύματος-πηκτής – Μελέτη φωτο-επαγόμενων ιδιοτήτων (φωτοκατάλυση και αυτοκαθαρισμός)- Χαρακτηρισμός νανοσωματιδίων τιτανίας (Δυναμική σκέδαση φωτός - Φασματοσκοπία micro-Raman)
3. Μελέτη φωτο-επαγόμενης κυτταροτοξικότητας νανοσωματιδίων TiO_2
4. Τεχνική sol-gel: υδρόλυση του $\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_4$ και μελέτη των παραγόμενων xerogels
5. Ηλεκτροχημική σύνθεση κβαντικών τελειών άνθρακα (CQDs) - Μελέτη Φωτοκαταλυτικής Δράσης
6. Ανάπτυξη νανοδομών ZnO με υδροθερμική μέθοδο.

ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Νανοϋλικά και Νανοτεχνολογία (10^ο εξ.)

Καθ. Κ. Α. Χαριτίδης, Καθ. Κ. Κορδάτος

Εισαγωγή στις **βασικές έννοιες** και **φαινόμενα** που διέπουν τη **νανοκλίμακα**. Έμφαση δίνεται στο σχήμα **σύνθεση – χαρακτηρισμός – ιδιότητες νανοϋλικών**.

1. **Φαινόμενα νανοκλίμακας**
2. **Κατηγορίες νανοϋλικών**
3. **Διεργασίες-τεχνικές σύνθεσης νανοϋλικών**
4. **Μέθοδοι χαρακτηρισμού νανοϋλικών**
5. **Ιδιότητες νανοϋλικών**
6. **MEMS/NEMS (μικρο και νανο ηλεκτρο-μηχανικές διατάξεις) και εφαρμογές**
7. **Κοινωνικές και ηθικές προεκτάσεις νανοτεχνολογίας**



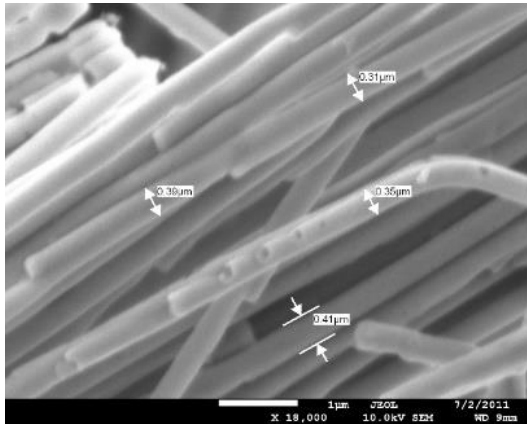
Εργαστήρια (...συνέχεια)

7. Σύνθεση και χαρακτηρισμός ζεόλιθου ZSM-5.
8. Σύνθεση υπεραπορροφητικών δικτύων πολυμερών στη νανοκλίμακα.

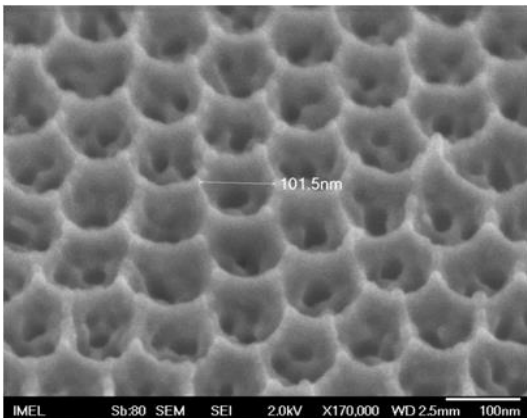
- **Διδασκαλία (ώρες / εβδομάδα):** 3 Θεωρία + 2 Εργαστήριο
- **Ενιαίος Βαθμός:** **0.6** × (Βαθμός Γραπού) + **0.1** × (Αξιολόγηση projects) + **0.3** × (Βαθμός Εργαστηρίου)
- **Ιστοσελίδα μαθήματος:** <https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1332>

Νανοϋλικά και Εφαρμογές

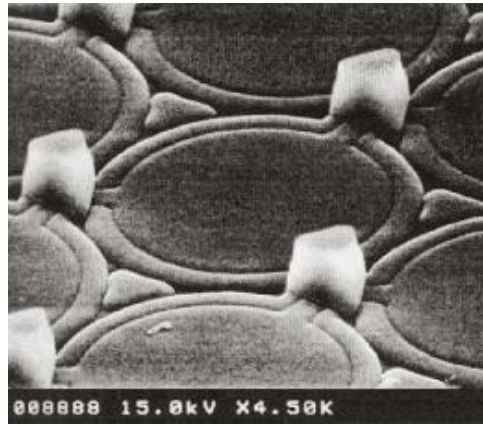
Νανοςύρματα νικελίου για μαγνητικές εφαρμογές σε μικροσυστήματα



Νανομοτίβο αλούμινας



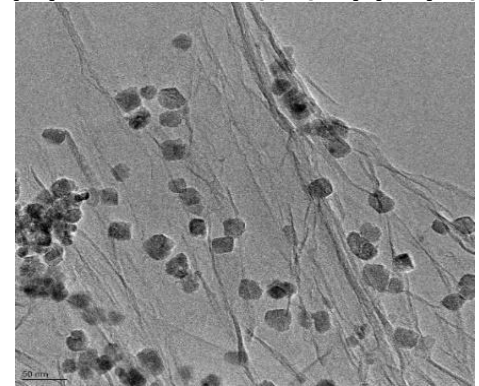
Μικρο-αισθητήρας πίεσης



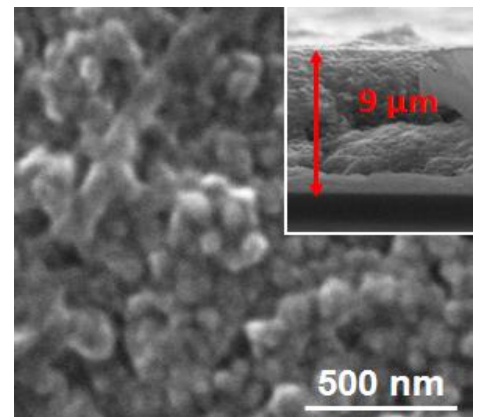
Υπερ-υδρόφοβες επιφάνειες



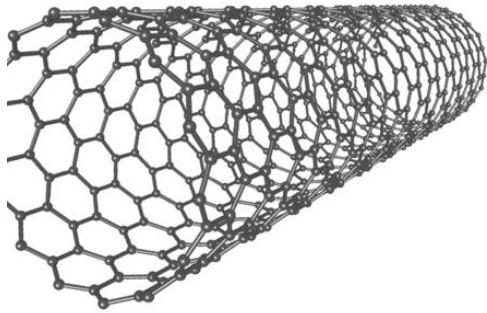
Υβριδικά υλικά οξειδίου του γραφενίου (GO) – μαγνητίτη για περιβαλλοντικές εφαρμογές



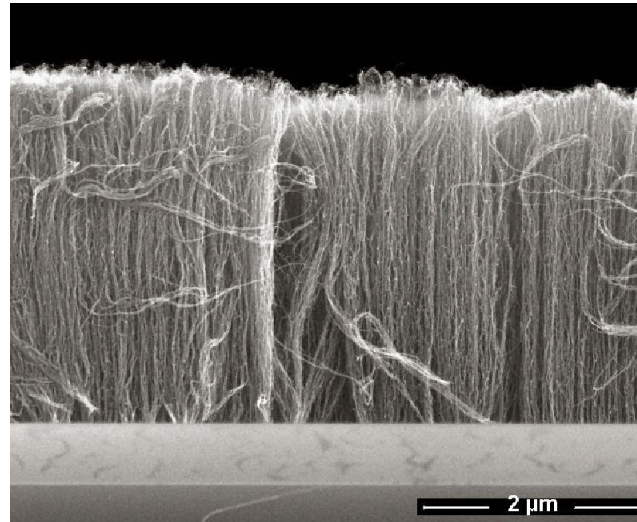
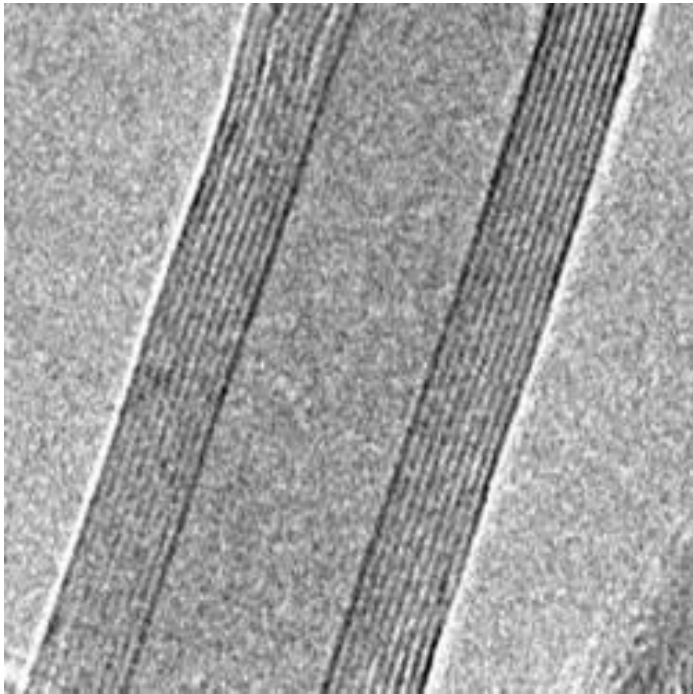
Κατασκευή ηλεκτροδίων υβριδικών υλικών γραφενίου για χρήση σε QDSSCs



Νανოსωλήνες Άνθρακα



Μεταλλικοί Νανοςωλήνες



Πεδία Εφαρμογής Νανοϋλικών

Ηλεκτρονική
Τηλεπικοινωνίες



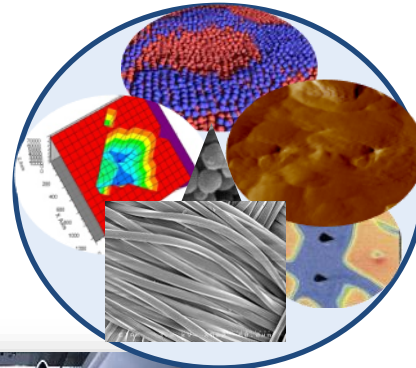
Φαρμακευτική
Επιστήμες Υγείας



Υλικά
Χημικές Ενώσεις



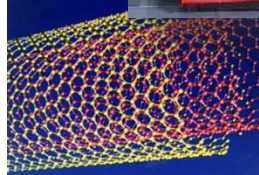
Διάστημα



Ενέργεια
Περιβάλλον



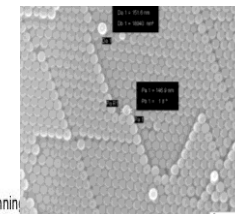
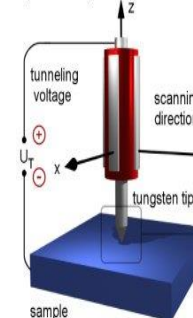
Αεροναυπηγική



Αυτοκινητοβιομηχανία



a) macroscopic scale:



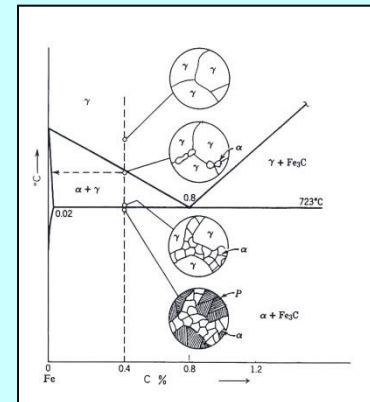
Βιομηχανία Παραγωγής

ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Επιστήμη και Τεχνική Μεταλλικών Υλικών (9^ο εξ.)

Καθ. Κ. Α. Χαριτίδης, Καθ. Ε. Παυλάτου

Εισαγωγή στις **θεμελιώδεις αρχές**, τη **δομή**, τις **ιδιότητες** των **μετάλλων** και των **κραμάτων** τους, καθώς και στις **κατεργασίες/διεργασίες** που εφαρμόζονται έτσι ώστε να αποκτήσουν τις επιθυμητές ιδιότητες ανάλογα με την τελική τους εφαρμογή.

1. Ιδιότητες (φυσικές, μηχανικές, επιφάνειας) μεταλλικών υλικών
2. Κατεργασίες/διεργασίες μεταλλικών υλικών
3. Διαγράμματα φάσεων σε ισορροπία
4. Μετασχηματισμοί Δομής
5. Θερμικές κατεργασίες μεταλλικών υλικών
6. Διάβρωση
7. Βιομηχανικά κράματα



Εργαστήρια Καθ. Κ. Α. Χαριτίδης, Καθ. Κ. Κόλλια, Καθ. Ε. Παυλάτου

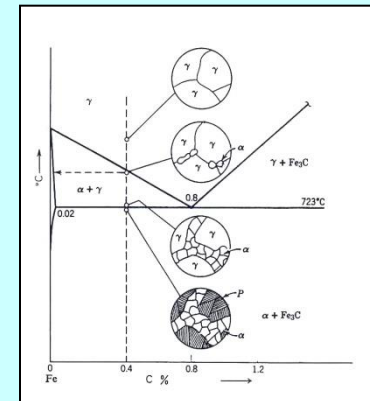
1. Οπτική Μικροσκοπία και Αναγνώριση Φάσεων
2. Ηλεκτρολυτική σύνθεση καθαρού Ni και κράματος Sn-Ni – Εφαρμογή συνεχούς και παλμικού ρεύματος σταθερής φοράς- Μέτρηση μικροσκληρότητας και μικροτραχύτητας μεταλλικών και σύνθετων μεταλλικής μήτρας δειγμάτων
3. Τριβολογική μελέτη μεταλλικών υλικών με δοκιμή τριβής ολίσθησης
4. Χαρακτηρισμός κρυσταλλικής δομής μεταλλικών δειγμάτων με περίθλαση ακτίνων X – Χρήση τεχνικών SEM/EDAX και Raman για τον προσδιορισμό μηχανισμού τριβής φθοράς
5. Μελέτη δομής και τεχνικών χαρακτηριστικών διαφόρων κατηγοριών δομικού χάλυβα (Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος - ΧΟΣ)- Επίδραση της διάβρωσης στη δομή και στα χαρακτηριστικά του δομικού χάλυβα.

ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Επιστήμη και Τεχνική Μεταλλικών Υλικών (9^ο εξ.)

Καθ. Κ. Α. Χαριτίδης, Καθ. Ε. Παυλάτου

Εισαγωγή στις **θεμελιώδεις αρχές**, τη **δομή**, τις **ιδιότητες** των **μετάλλων** και των **κραμάτων** τους, καθώς και στις **κατεργασίες/διεργασίες** που εφαρμόζονται έτσι ώστε να αποκτήσουν τις επιθυμητές ιδιότητες ανάλογα με την τελική τους εφαρμογή.

1. **Ιδιότητες (φυσικές, μηχανικές, επιφάνειας) μεταλλικών υλικών**
2. **Κατεργασίες/διεργασίες μεταλλικών υλικών**
3. **Διαγράμματα φάσεων σε ισορροπία**
4. **Μετασχηματισμοί Δομής**
5. **Διάβρωση**
6. **Βιομηχανικά κράματα**



- **Διδασκαλία (ώρες/εβδομάδα):** 3 Θεωρία + 2 Εργαστήριο
 - **Ενιαίος Βαθμός:** $0.6 \times (\text{Βαθμός Γραπού}) + 0.1 \times (\text{Αξιολόγηση projects}) + 0.3 \times (\text{Βαθμός Εργαστηρίου})$ ή $0.6 \times (\text{Βαθμός Γραπού}) + 0.4 \times (\text{Βαθμός Εργαστηρίου})$
- Ιστοσελίδα μαθήματος:** <https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1281>

Τεχνολογία Μετάλλων

```
graph TD; A[Τεχνολογία Μετάλλων] --> B[1. Μάκρο Κλίμακα]; A --> C[2. Μίκρο-Νάνο Κλίμακα];
```

1. Μάκρο Κλίμακα

- Μηχανικές Αντοχές (εφελκυσμός, σκληρότητα)
- Διμερή και τριμερή κράματα (διαγράμματα φάσεων, ισορροπίας, FeC)
- Βιομηχανικά κράματα (“ελαφρά”)
- Κύκλοι κόπωσης
- Ερπυσμός

2. Μίκρο-Νάνο Κλίμακα

- Μικροδομή
- Κρυσταλλική δομή
- Νανομεταλλουργία
- Νανομηχανικές Ιδιότητες

Τεχνολογία Μετάλλων

- Μηχανισμοί επιφανειακής νανοκρυστάλλωσης
- Τεχνικές μηχανικής κατεργασίας
- Ενίσχυση συνολικών ιδιοτήτων
- Σχεδιασμός λειτουργικών υλικών βαθμωτής δομής και επιφανειακή νανοκρυστάλλωση
- Νανοδομημένα Shape Memory Κράματα
- Θραύση υλικών, Τύποι αστοχίας των υλικών

- Βελτίωση ιδιοτήτων των μετάλλων (μηχανικές, φυσικοχημικές κλπ)

Εφαρμογές

- Διαστημική
- (αερο)ναυπηγική
- κατασκευαστική (π.χ. συγκολλήσεις)
- νέες τεχνολογίες (π.χ. F1, πράσινες τεχνολογίες)

Καθ. Α. Μπακόλας

Εμβάθυνση στις έννοιες και τις μεθόδους της **Επιστήμης και Τεχνικής των δομικών και κεραμικών υλικών**, που επιτρέπουν τον **χαρακτηρισμό**, τον **έλεγχο**, τον **σχεδιασμό**, την **επιλογή**, την **προστασία** και τη **διαχείρισή** τους, εφαρμοσμένων στην κλίμακα των πραγματικών συστημάτων και στις συνθήκες του λειτουργικού τους περιβάλλοντος.

Συμβολή των δομικών υλικών στην **εξοικονόμηση ενέργειας**, **ανακύκλωση** δομικών υλικών, δομικά υλικά με χαμηλό **περιβαλλοντικό αποτύπωμα**.



Εργαστήρια Αν. Καθ. Α. Μπακόλας, Αν. Καθ. Ε. Μπαδογιάννης

1. Θερμικές μέθοδοι ανάλυσης για τον χαρακτηρισμό δομικών υλικών.
2. Μη καταστρεπτικός έλεγχος δομικών υλικών I.
3. Μη καταστρεπτικός έλεγχος δομικών υλικών II.
4. Έλεγχος ποιότητας – Χρήση Προτύπων.
5. Μέτρηση μηχανικών αντοχών δομικών υλικών και διαστασιολόγηση στοιχείων.
6. Υγρομετρική συμπεριφορά δομικών υλικών.
7. Μέτρηση θερμικών ιδιοτήτων – αποτίμηση ενεργειακής απόδοσης δομικών υλικών (Κ.Α.Π.Ε.)

Καθ. Α. Μπακόλας

Εμβάθυνση στις έννοιες και τις μεθόδους της **Επιστήμης και Τεχνικής των δομικών και κεραμικών υλικών**, που επιτρέπουν το **χαρακτηρισμό**, τον **έλεγχο**, το **σχεδιασμό**, την **επιλογή**, την **προστασία** και τη **διαχείριση** τους, εφαρμοσμένων στην κλίμακα των πραγματικών συστημάτων και στις συνθήκες του λειτουργικού τους περιβάλλοντος.

Συμβολή των δομικών υλικών στην **εξοικονόμηση ενέργειας**, **ανακύκλωση** δομικών υλικών, δομικά υλικά με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.



- **Διδασκαλία (ώρες/εβδομάδα):** 3 Θεωρία + 2 Εργαστήριο
- **Ενιαίος Βαθμός:** **0.5** × (Βαθμός Γραπτού) + **0.2** × (Αξιολόγηση projects) + **0.3** × (Βαθμός Εργαστηρίου)
- **Ιστοσελίδα μαθήματος:**
<https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1325&lang=el>

ΜΑΘΗΜΑΤΑ – Δομικά και Κεραμικά Υλικά (9^ο εξ.)



Εξοικονόμηση
ενέργειας

Πράσινα
υλικά



Ιδιότητες

Εμβάθυνση στις έννοιες και τις μεθόδους της Επιστήμης των Υλικών για τον χαρακτηρισμό, τον έλεγχο, το σχεδιασμό, την επιλογή, την προστασία, και τη διαχείριση των Δομικών Υλικών

Μελέτη
ανθεκτικότητας,
αντοχής και
συμβατότητας των
υλικών

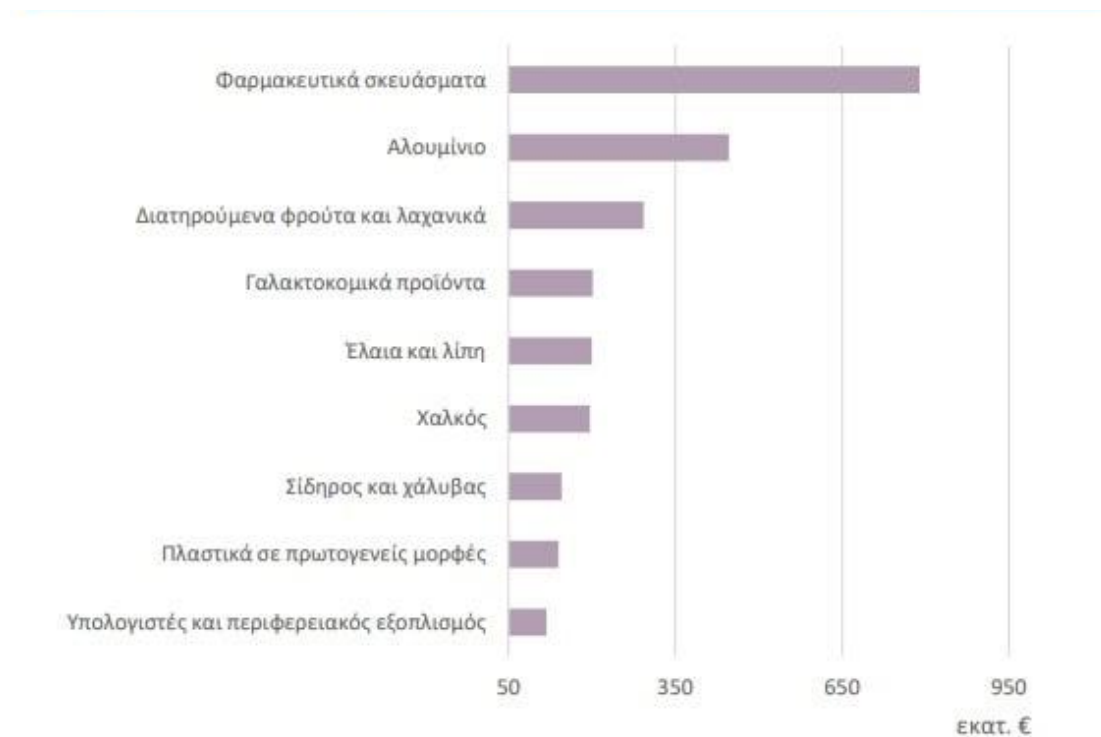
Κατηγορίες
Δομικών
Υλικών

Συντήρηση & Προστασία

Επιλογή και
σχεδιασμός των
Υλικών

Έλεγχος
Ποιότητας

Διαχείριση
υλικών σε
συστήματα
ολικής
ποιότητας



Πηγή: Eurostat, International Trade, ComExt, έως α' τριμ. 2021

*Ευχαριστούμε για
την προσοχή σας!*